

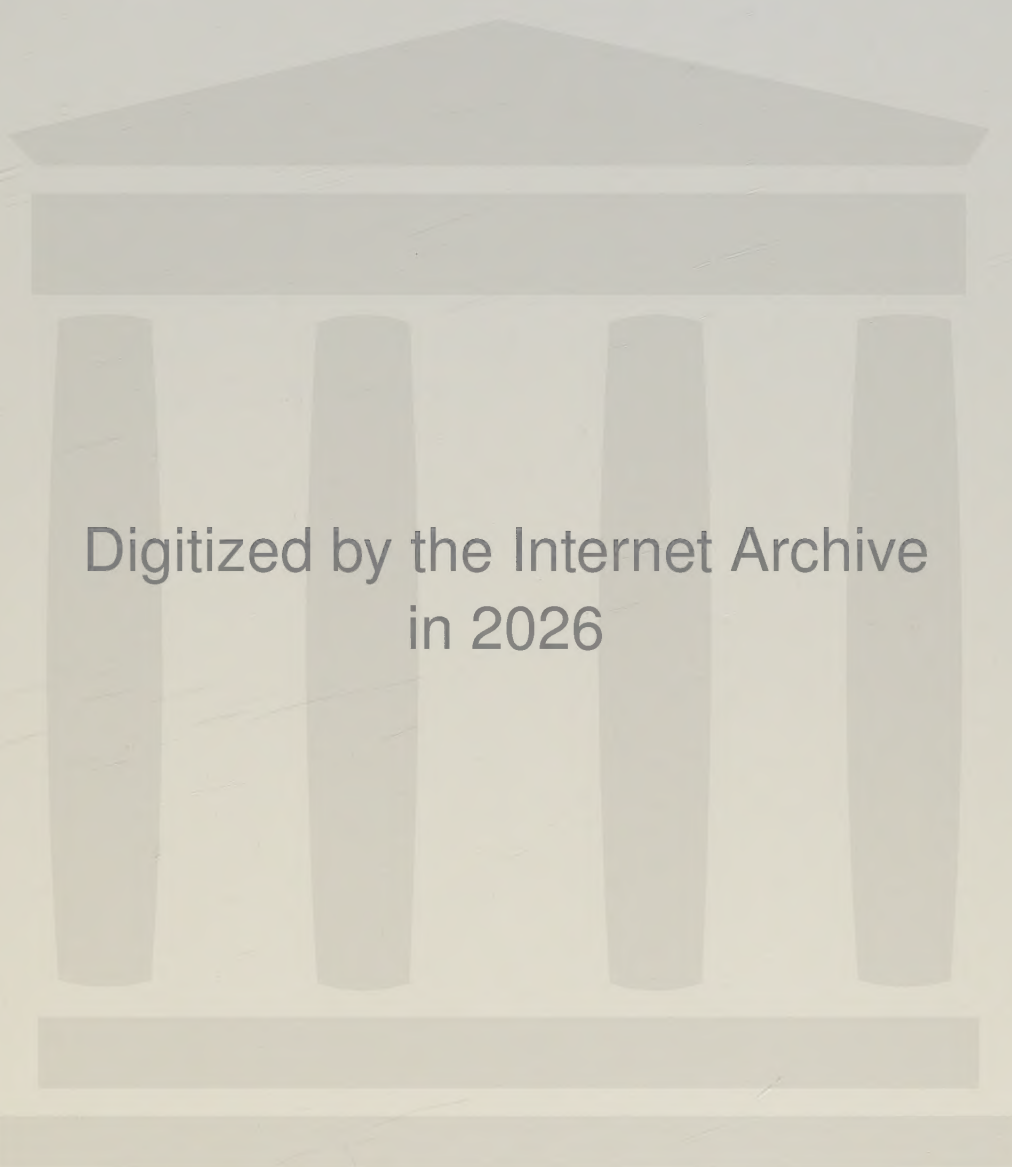
Aus dem Institut für Anaesthesiologie
des Klinikums Minden (Westfalen)
Chefarzt Professor Dr. H. Nolte

**Untersuchungen über die Einstichtiefe zur Peridural-
Anaesthetie abhängig von individuellen Parametern.**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz.

vorgelegt von
Günter Adler
Limburg/Lahn

Mainz 1984



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Fachbereichsdekan:

Professor Dr. W. Ketterl

1. Gutachter:

Professor Dr. H. Nolte

2. Gutachter:

Professor Dr. M. Halmagyi

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Juli 1984

Untersuchungen über die Einstichtiefe zur Peri-
dural-Anaesthesie, abhängig vom Geschlecht und
individuellen Parametern wie Körpergröße, Gewicht,
Quer- und Längsdurchmesser in Höhe des 1., 3. und
5. Lendenwirbelkörpers.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1.	Einleitung	1
2.	Fragestellung	2
3.	Untersuchungskollektiv	3
4.	Untersuchungsmethode	4
5.	Ergebnisse mit statistischer Auswertung	7
6.	Diskussion	10
7.	Zusammenfassung und Schluß- folgerung	13
8.	Literaturverzeichnis	15
9.	Anhang, Abbildungen und Tabellen	19
10.	Lebenslauf	37
11.	Danksagung	39

Einleitung:

Fortschritte in der Medizin verbunden mit einer Verbesserung der Lebensqualität führen zu einer zunehmenden Lebensquantität. Die zunehmende Überalterung führt nun auch immer ältere Menschen ins Krankenhaus.

Moderne Operationsverfahren lassen auch bei alten Menschen noch sinnvolle größere Eingriffe zu. Begleiterkrankungen verbieten aber häufig eine generelle Anaesthetie.

Zunehmendes Interesse gewinnt daher die Periduralanästhetie. Für Anfänger ist es schwierig, die richtige Punktions-tiefe zu finden. Fehlerhafte Injektion führt zu Komplikationen, wie z.B. Spinalanaesthesie mit möglicher Läsion sogar im Markbereich. Dies geschieht besonders dann, wenn die Einstichstelle zu hoch gewählt wird. (Lit. 4, 10, 15, 17, 19, 20, 21).

Fragestellung:

- 1.) Ist die Einstichtiefe zur Periduralanaesthesie berechenbar?
- 2.) Gibt es eine feste Beziehung der Einstichtiefe Abstand Ligamentum flavum zur Hautoberfläche?
- 3.) Gibt es eine Abhängigkeit der Einstichtiefe vom Gewicht, der Körpergröße, dem Geschlecht, dem Quer- oder Längsdurchmesser?

Untersuchungskollektiv:

An 100 Patienten des Klinikums Minden, unselektiert nach Alter, Geschlecht oder Erkrankung, die 1982 einer computertomographischen Untersuchung des Abdomens im Röntgen- und Strahleninstitut unterzogen wurden, werden nachträglich auf elektronischem Weg Vergrößerungen der Bilder der Wirbelsäule in Höhe von LWK₁ - LWK₃ und LWK₅ angefertigt. An diesen Ausschnittsvergrößerungen wird der Abstand des Lig. flavum zur Hautoberfläche bestimmt. (Lit. 14) Gleichzeitig wird an den Abdomenübersichtsaufnahmen anhand der CT-Schnitte der Längs- und Querdurchmesser des Körpers der Patienten jeweils in Höhe von L₁ - L₃ und L₅ bestimmt. (Lit. 11, 13, 26, 27)

Nachträglich wurden Kinder und Jugendliche bis 15 Jahren wegen der relativen Unproportionalität Größe zu Gewicht zur Auswertung nicht herangezogen.

Bei einigen anderen Patienten fehlten Angaben entweder von Gewicht oder Größe, so daß eine Auswertung nicht möglich war.

Die Auswertung von insgesamt 22 Patienten war nicht möglich. Das ausgewertete Kollektiv zeigt Tab. 1 im Anhang.

Untersuchungsmethode:

Die Untersuchungen wurden am Somatom II der Firma Siemens in Rückenlage durchgeführt:

Die Auswertung und Vergrößerungen wurden am Evaluscop vorgenommen. Die Dokumentation erfolgte über eine Multiformatkamera, beides Firma Siemens.

Nach Abschluß der Untersuchungen werden auf den Übersichtsaufnahmen die Wirbelkörper LWK₁ - 5 bestimmt, dann werden die jeweils zugehörigen I-Nummern notiert und dann auf der Disk (Floppy) die Originale eingelesen. Dann erfolgt die Bestimmung des Längs- und Querdurchmessers. Anschließend werden die Ausschnittsvergrößerungen hergestellt und mittels zweier Lichtpunkte die Bestimmung des Abstandes des Lig. flavum zur Hautoberfläche vorgenommen.

Abb. 1a - 1d zeigt schematisch diese Schnitte.

Schnitte durch den Wirbelkörper selbst sind zur Lokalisation des Lig. flavum unbrauchbar. Schnitte an den Wirbelkörperkanten lassen das Ligamentum flavum sowohl im Knochenfenster (Fenster plus 500 HU) als auch in Weichteildarstellung (Fenster plus 60 HU) sicher abgrenzen. Transversalschnitte durch den Intervertebralraum lassen das Ligament eben noch abgrenzen.

Der spongiöse Wirbelkörper wird zentral erfaßt, d.h. ohne Teilvolumenphänomen mit anderen Strukturen, wenn er in der Ebene der Bogenwurzeln abgetastet wird. In dieser Schichtebene wird die Oberkante des Dornfortsatzes gerade angeschnitten. Der knöcherne Wirbelkanal stellt ein zylindrisches Rohr dar. Durch die dachziegelartige Konfiguration der Wirbelbögen ist er an der oberen Grenze der Lamina am engsten und erweitert sich geringfügig nach kaudalwärts. In Höhe der Intervertebralge-

lenke wird der Wirbelkanal durch die Ligamenta flava geschlossen, die eine Stärke von 2 - 4 mm aufweisen.

Von den ursprünglich 100 Patienten wurden 78 ausgewertet. 22 Patienten bleiben bei der Auswertung deswegen unberücksichtigt, weil es sich um Kinder oder Jugendliche unter 15 Jahren handelte oder um Patienten bei denen Körpergröße oder Gewicht nicht mehr ermittelt werden konnten. (s. Tab. 1)

Zunächst werden die statistischen Kennwerte von Tab. 1 erweitert um die Merkmale Alter, Größe, Gewicht und den gemessenen Abstand des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche. (s. Tab. 2) Diese Werte werden dann noch zusätzlich mit den jeweiligen Längs- und Querdurchmessern in Zusammenhang gebracht. (s. Tab. 3) Zur Beantwortung der Frage nach geschlechtsspezifischen Unterschieden erfolgt dann die Aufsplitterung des Kollektivs in Männer und Frauen. (s. Tab. 4)

Um die vielen Variablen statistisch besser und übersichtlicher aufzuarbeiten erfolgt dann in Tab. 4 - 8 (s. Anhang) zusätzlich eine geschlechtsgetrennte Auflistung der einzelnen Parameter mit Standardabweichungen sowie Angabe von Minimum und Maximum.

Die weitere Verarbeitung der einzelnen Größen der Patienten erfolgt nun mittels Datenverarbeitung.

Es wird das Bestimmtheitsmaß, eine statistische Größe, die sogenannten R-Werte bzw. R^2 -Werte bestimmt. (s. Anhang Tab. 9 und 10) Diese R-Werte geben an, wieviel der einen Variablen durch die andere Variable erklärt werden.

Vereinfacht ausgedrückt, welche Werte zeigen überhaupt einen Zusammenhang mit der Tiefe des Ligamentum, welche

Parameter sind schon von vorne herein unbrauchbar,
da sie sich unabhängig vom Abstand des Lig. flavum
zur Hautoberfläche erklären.

Ergebnisse:

Aus den Tabellen 4 und 6 läßt sich entnehmen, daß für die 36 untersuchten Männer ein durchschnittliches Alter von 54,7 Jahren vorlag. Das mittlere Gewicht betrug 72,75 kg bei einer durchschnittlichen Größe von 173,28 cm. Der mittlere Abstand des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche wurde mit 37,86 mm in Höhe von L_1 , mit 42,97 mm in Höhe von L_3 und mit 50,97 mm in Höhe von L_5 ermittelt.

Für die 42 untersuchten Frauen zeigte sich nach Tabelle 4 und 8 ein durchschnittliches Alter von 61,1 Jahren sowie ein mittleres Gewicht von 65,50 kg. Die mittlere Größe betrug 160,78 cm. Der mittlere Abstand des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche wurde mit 37,21 mm in Höhe von L_1 , 44,6 mm in Höhe von L_3 sowie 54,57 mm in Höhe von L_5 ermittelt. Die durchschnittlichen Längs- und Querdurchmesser sind in Tab. 7 aufgelistet. In Tab. 8 wurde zusätzlich noch der Quotient aus Größe/Gewicht ausgedruckt.

Von diesen Parametern wird noch das multiple R^2 berechnet. (Tab. 9, 10, 11 und 12)

Diese Berechnung erfolgt mittels Datenverarbeitung nach einem amerikanischen Programm. Die Interferenzanalyse mit dem Bestimmtheitsmaß R^2 bedarf aber einer Interpretationshilfe. Zahlen sind zur Zeit in der einschlägigen statistischen Literatur nicht angegeben.

In der Praxis werden folgende Zusammenhänge gezogen (23):

- 0 - 10 sehr schwacher Zusammenhang (auch bei stat.)
Signifikanz)
- 10 - 25 mäßiger Zusammenhang
- 25 - 50 beträchtlicher Zusammenhang
- 50 - 100 sehr starker Zusammenhang

Die Auswertung der Interferenzanalyse mit dem Bestimmtheitsmaß R^2 ist getrennt nach dem Geschlecht in den Tabellen 9 und 10 wiedergegeben.

Tab. 9 zeigt die Auflistung Größe, Gewicht, Produkt Größe · Gewicht sowie den Quotienten Größe/Gewicht. Bedingt durch den tabellarischen Ausdruck der R^2 -Werte muß noch der Faktor 10^{-2} berücksichtigt werden. Bei Männern findet sich die stärkste Abhängigkeit beim Körpergewicht, etwas weniger beim Quotienten Körpergröße durch Gewicht.

Diese Abhängigkeit ist bei Frauen weniger stark ausgeprägt. Bei dem Quotienten Körpergröße/Gewicht ergibt sich aber auch noch ein starker Zusammenhang.

Tab. 10 berücksichtigt zusätzlich noch die Quer- und Längsdurchmesser, das Produkt Querdurchmesser · Längsdurchmesser und den Quotienten Querdurchmesser/Längsdurchmesser. Hier ist bei beiden Geschlechtern mit dem Querdurchmesser noch der beste Zusammenhang gegeben. Während bei Männern noch ein beträchtlicher Zusammenhang in Höhe von LWK_1 , LWK_3 und LWK_5 besteht, fällt bei Frauen der Wert auch in Höhe von LWK_3 heraus.

Regressionsberechnungen, bei denen die Variablen wie Größe, Gewicht, Quotient Größe/Gewicht, Quer- und Längsdurchmesser usw. schrittweise zugleich in eine Gleichung aufgenommen werden, bestätigen den obigen Zusammenhang, untermauern den geschlechtsspezifischen Unterschied, bringen aber keinen weiteren Zugewinn. (Tab. 10 und 11)

Es kann daher mit den Einzelgrößen gearbeitet werden. Bei Männern wird also mit dem Gewicht und eventuell noch mit dem Quotienten Größe/Gewicht gearbeitet. Bei Frauen findet man einen beträchtlichen Zusammenhang lediglich mit dem Quotienten Größe/Gewicht.

Die beschriebenen Abhängigkeiten und geschlechtsspezifischen Unterschiede lassen sich auch graphisch darstellen. Aus den umfangreichen rechnerischen Daten werden Streudiagramme erstellt. Der Rechner bestimmt die Steigerung (Slope) und den Schnittpunkt mit der y-Achse (Intercept). Mit diesen beiden mathematischen Angaben läßt sich eine Geradengleichung aufstellen. Diese Gerade ermöglicht dann eine rechnerische Voraussage über die voraussichtliche Einstichtiefe (y).

Intercept = Schnittpunkt mit der y-Achse

Slope = Steigerung der Geraden

Aus diesen beiden Angaben läßt sich dann eine Gleichung berechnen.

$$y = \text{SLOPE} \cdot x$$

x entspricht einer Variablen (1, 2, 3, ...)

Trägt man die errechnete Gerade in ein x - y - Diagramm ein, so läßt sich für jeden beliebigen x-Wert der dazugehörige y-Wert = Tiefe des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche ablesen.

Abbildung 2 - 4 im Anhang gestatten unter Kenntnis nur der Variablen x (Gewicht oder Quotient Größe/Gewicht bei Männern und Quotient aus Körpergröße/Gewicht bei Frauen) die voraussichtliche Einstichtiefe bzw. den Abstand des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche auf der y-Achse abzulesen.

Diskussion:

Die Interferenzanalyse mit dem Bestimmtheitsmaß R^2 zeigt deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede. Aus den Tabellen geht hervor, daß bei Männern zwischen dem Gewicht und dem Abstand des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche ein starker Zusammenhang besteht. Die Körpergröße beeinflusst den Abstand nur gering. Bei Quer- oder Längsdurchmesser ist mit dem Querdurchmesser der bessere Zusammenhang gegeben. Der Querdurchmesser ist ja wohl weitgehend vom Gewicht abhängig. Die einzelnen Indexwerte (Quotient Größe/Gewicht, Querdurchmesser/Längsdurchmesser) der einzelnen Patienten hingegen bringen keinen weiteren Zugewinn, man kann daher nur mit den genannten Einzelgrößen arbeiten.

Interessanterweise ist bei Frauen der Zusammenhang mit dem Gewicht nicht so deutlich, wohl aber mit dem Quotienten Körpergröße/Gewicht. Aber auch hier bestehen Unterschiede bezüglich der jeweiligen Höhe, z.B. zwischen L_1 und L_3 . Diese Unterschiede sind wahrscheinlich geschlechtsbedingt und können durch den unterschiedlichen Anteil von Fettgewebe am Gesamtgewicht erklärt werden. Regressionsberechnungen, bei denen mehrere Variable schrittweise zugleich in eine Gleichung aufgenommen werden können, bestätigen den oben geschilderten Zusammenhang. Die Abhängigkeit des Abstandes des Ligamentum flavum vom Gewicht bei Männern und vom Quotienten Größe/Gewicht bei Frauen wird noch betont und untermauert. (Tab. 11 und 12)

Die Abhängigkeit der einzelnen Variablen untereinander erschwert hier allerdings die Beurteilung. Die Beurteilung und der Vergleich von Regressionsanalysen ist eine neuere Methode und erst durch die computermäßige Aufarbeitung von Daten möglich. Zur Beurteilung

werden hier die unter "Methode" genannten Zahlen herangezogen.

Entsprechend den Werten 25 - 50 = beträchtlicher Zusammenhang und 50 - 100 = sehr starker Zusammenhang, ergeben die Tab. 11 und 12 die statistische Abhängigkeit zwischen dem Abstand des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche und den einzelnen Variablen. Man muß annehmen, daß die Einstichtiefe zur Periduralanaesthesie direkt von den Einzelnen Werten des jeweiligen Patienten abhängig ist.

In guter Näherung ist die Einstichtiefe bei Männern eine Funktion abhängig primär nur vom Gewicht und in zweiter Linie erst vom Querdurchmesser.

Bei Frauen kann die Einstichtiefe als Funktion des Quotienten Körpergröße/Gewicht bestimmt werden.

Ein Vergleich mit der Arbeit von Preußner (22), der von in der Praxis ermittelten Werten ausgeht, zeigt identische Ergebnisse. Preußner versuchte retrospektiv eine Korrelation zwischen in Praxis gewonnener Einstichtiefe und den individuellen Werten des jeweiligen Patienten herzustellen.

Beide Arbeiten zeigen vom Ergebnis her fast identische Befunde. Die theoretisch ermittelte Einstichtiefe deckt sich weitestgehend mit den in Praxis ermittelten Werten der Periduralanaesthesie.

Preußner (22) findet ebenfalls eine Abhängigkeit der Einstichtiefe. Diese Abhängigkeit ist bei ihm aber nicht geschlechtsspezifisch. Bei Männern betrugen die R^2 -Werte 0,21 für Gewicht und 0,22 für den Quotienten Größe/Gewicht, also besteht ein nur schwacher Zusammenhang. Für Frauen besteht in Preußner's Arbeit ein etwas besserer Zusammenhang. Die R^2 -Werte waren

beim weiblichen Geschlecht mit 0,33 identisch für die Abhängigkeit vom Gewicht als auch für den Quotienten Größe/Gewicht.

Die vorliegende Arbeit bestätigt einmal die von Preußer gefundene Abhängigkeit, sie zeigt aber gleichzeitig auch doch geschlechtsspezifische Unterschiede auf. Theoretisch besteht sogar ein viel besserer Zusammenhang als von der Praxis her zu vermuten wäre. Möglicherweise machen in Preußer's Arbeit individuelle Meßfehler, die Einstichtiefe wurde nach Punktion mit einem Lineal ausgemessen, die Abhängigkeit der einzelnen Faktoren geringer. Die geschlechtsspezifischen Unterschiede werden dabei wahrscheinlich sogar verwischt.

Während H. Preußer zeigen konnte, daß für Frauen mit steigender Körpergröße die Einstichtiefe steigt, stellte er auch fest, daß diese Relation für Männer nur ganz bedingt gilt. Die Einstichtiefe alleine abhängig vom Quotienten Größe/Gewicht zeigte dagegen keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.

Die vorliegende Arbeit zeigt dafür die Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern deutlich.

Der beschriebene Unterschied wird auch anhand von Graphiken hervorgehoben. Aus den umfangreichen rechnerischen Daten ermittelte der Computer auch entsprechende Streudiagramme, gleichzeitig aber auch die Steigung dieser Geraden (Slope) und den Intercept (Schnittpunkt dieser Geraden mit der y-Achse).

Die Geradengleichung

$$y = \text{SLOPE} \cdot x$$

ermöglicht dann die graphische Darstellung und eine Voraussage über den Abstand Ligamentum flavum zur Hautoberfläche.

Zusammenfassung:

Anhand von computertomographischen Schnitten in Höhe von LWK_{1, 3, 5} wird versucht, einen Zusammenhang zwischen dem Abstand des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche und individuellen Parametern herzustellen. Als individuelle Parameter dienen das Geschlecht, die Körpergröße in cm, das Gewicht in kg, der Quotient Größe/Gewicht, die Quer- und Längsdurchmesser in mm jeweils in Höhe von LWK_{1, 3, 5} sowie der Quotient aus Querdurchmesser/Längsdurchmesser und noch das Produkt aus Größe . Gewicht.

Für die einzelnen Kennwerte wird das Bestimmtheitsmaß R^2 bestimmt. Es gibt an, wieviel der einen Variablen durch die andere Variable erklärt werden.

Die Auswertung zeigt, daß die Einstichtiefe in der Periduralanaesthesie von individuellen Faktoren wie Gewicht und Quotient Größe zu Gewicht abhängig ist. Der Abstand des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche ist bei Männern direkt abhängig nur vom Gewicht und erst in zweiter Linie vom Quotienten Größe zu Gewicht. Der Querdurchmesser zeigt zwar noch eine gute Korrelation, ist selbst aber wieder vom Gewicht abhängig.

Interessanterweise ist bei Frauen diese direkte Abhängigkeit nicht gegeben, hier ist die Einstichtiefe primär nur vom Quotienten Größe/Gewicht abhängig.

Der computertomographisch bestimmte Abstand des Ligamentum flavum zur Hautoberfläche deckt sich mit in der Praxis ermittelten Werten zur Periduralanaesthesie. Die von Preußner gewonnenen Werte können bestätigt werden, der Zusammenhang Einstichtiefe - individuelle Parameter sogar noch deutlicher gemacht werden.

Die berechneten Werte erlauben durch die Mitberechnung der Steigung (Slope) und des Schnittpunktes mit der y-Achse (Intercept) die Aufstellung der Gleichung:

$$y = \text{SLOPE} \cdot x$$

Nach Kenntnis von Intercept und Slope erlaubt diese Gleichung die Vorausberechnung der Einstichtiefe. Im x-y-Diagramm sind dann bei Kenntnis von $x=\text{kg}$ auf der y-Achse die voraussichtlichen Einstichtiefen in mm direkt abzulesen.

Die voraussichtliche Einstichtiefe läßt sich also bestimmen und ist abhängig vom Gewicht bei Männern und dem Quotienten Größe/Gewicht bei Frauen.

Die mögliche Voraussage der Einstichtiefe als Anhaltspunkt kann vielleicht dazu beitragen, Komplikationen weiter zu reduzieren.

- 1 Ahnefeld, F.W., H. Bergmann, C.B. Burri, W. Dick, M. Halmagyi, G. Hossli, E. Rügheimer (Hrsg.):
Lokalanästhesie, in: Klinische Anästhesiologie und Intensivtherapie
Band 18. Springer, Berlin - Heidelberg - New York 1978
- 2 Ahnefeld, F.W., C.B. Burri, W. Dick, M. Halmagyi:
Anästhesie in der Geburtshilfe und Gynäkologie
J.F. Lehmann Verlag München
- 3 Bonafe', A., R. Ethien, D. Melancon, etc AL:
High resolution computed tomography in cervical syringomyelia
J. Comput. Ass. Tomogr. 4 1980 S. 42 - 47
- 4 Bromage, Phillip R.:
Epidural Analgesia.
W.B. Saunders Company,
Philadelphia - London - Toronto 1978
- 5 Carrera, G.F., V.M. Haughton et Al.:
Computed tomography of the lumbar facet joints
Radiology 134 1980 S. 145 - 148
- 6 Cousins, M.J., Ph. O. Bridenbaugh:
Neural Blockade in Clinical Anesthesia and Manegement of Pain
J.B. Lippincott Company Philadelphia Toronto
- 7 Covino, B.G., H.G. Vasallo:
Local anesthetics. Mechanisms of action and clinical use.

- 8 De Jong:
Local anesthetics, 2nd ed. Charles C. Thomas-
Publisher,
Springfield 1977
- 9 Doughty, A.:
Epidural Analgesia in Obstetrics
Kingston-Hospital, Kingston-upon-Thames 1971
H.K. Lewis and Co. Ltd. London 1972
- 10 Erikson, E.:
Atlas der Lokalanästhesie
Lorensen u. Co., Kopenhagen 1969
- 11 Friedmann, G., E. Bücheler, P. Thurn:
Ganzkörper - Computertomographie
Georg Thieme Verlag Stuttgart - New York 1981
- 12 Greene, N.M.:
Physiology of Spinal Anesthesia
The Williams and Wilkins Co. Baltimore 1969
- 13 Hammerschlag, S.B., S.M. Wolpert, B.L. Carter:
Computed tomography of the spinal canal.
Radiology 121 (1976)
- 14 Hermann, G.T., C.G. Coin:
The use of the three-dimensional computer
display in the study of disk disease.
J. Comput. Ass. Tomogr. 4 1980 S. 564 - 567
- 15 Killian, H. (Hrsg.):
Lokalanästhesie und Lokalanästhetika,
2. Aufl. Thieme, Stuttgart 1973

- 16 Kuhs, L.R., R. Seigel, G.S. Borlaza:
A simple method of localizing the level of
computer tomography cross sectioning
J. Comput. Ass. Tomogr. 2 1978
- 17 Lund, P.C.:
Principles and practice of spinal Anesthesia
Charles C. Thomas, Springfield, Illionis, USA,
1971
- 18 Macintosh, M.B.:
Lumbarpuncture and spinal analgesia
Churchill Livingstone, Edinburgh and London 1973
- 19 Moore, D.C.:
Complications of Regional Anesthesia
Ch.C. Thomas, Springfield-Illionois, USA
- 20 Moore, D.C.:
Regional block, 4th ed. Charles C. Thomas-Publisher,
Springfield 1965
- 21 Nolte, H., J. Meyer (Hrsg.):
Die rückenmarksnahen Anästhesien.
Thieme, Stuttgart 1972
- 22 Preußer, H.:
Dissertation in Vorbereitung
- 23 Rahlfs, V.W.:
Institut für Datenanalyse und Versuchsplanung
München
Persönliche Auskunft.

- 24 Schittenhelm, R., G. Schwierz:
Das Computertomogramm und seine Erzeugung und
sein Bildcharakter
Medizintechnik 98 1978 S. 87 - 94
- 25 Strasser, K.:
Lumbale Periduralanästhesie in der Geburtshilfe.
Urban & Schwarzenberg,
München - Wien - Baltimore 1980
- 26 Ullerich, C.B., E.F. Rinnet, M.G. Sanecki,
J.A. Riffer:
Quantitative assessment of the lumbar spinal
canal by computed tomography
Radiology 134 1980 S. 137 - 143
- 27 Wegener, O.H.:
Ganzkörper-Computertomographie
Copyright bei Schering AG 1981

Abb. 1 a - d Lendenwirbelsäule schematisch

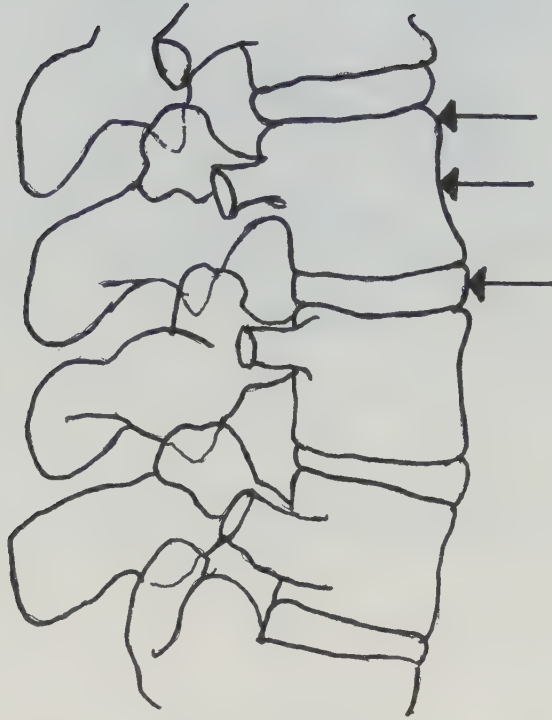


Abb. 1 a Lendenwirbelsäule Seitenansicht schematisch dargestellt durch 3 Pfeile sind die verschiedenen Transversalschnitt. (Wirbelkörperoberkante - Wirbelkörper - Intervertebralraum)

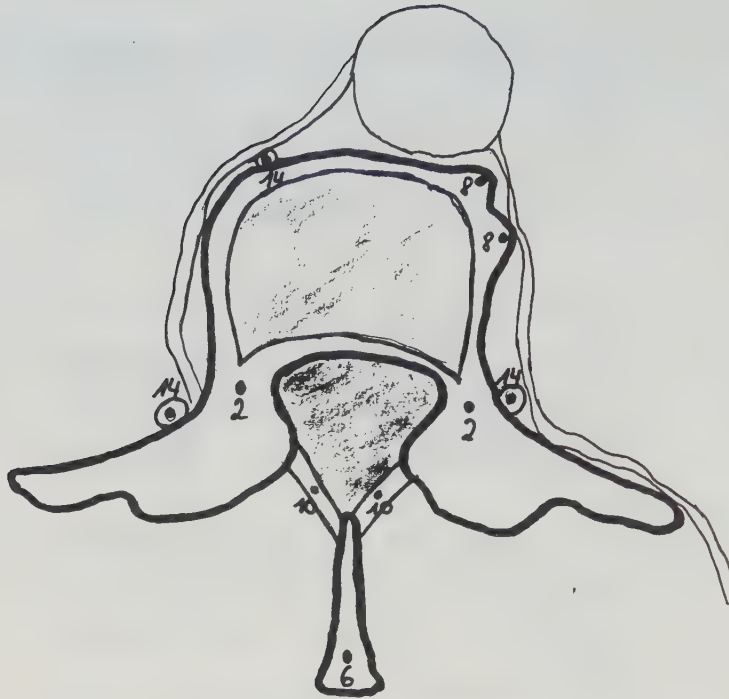


Abb. 1 b Schnitt durch die Wirbelkörperoberkante (schematisch)

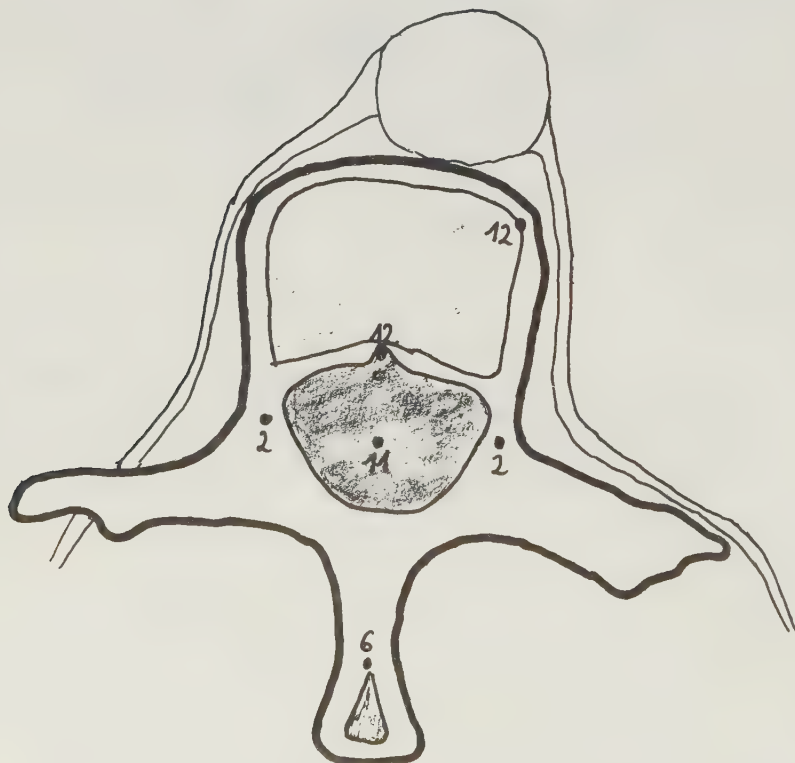


Abb. 1 c Schnitt durch den Wirbelkörper (schematisch)

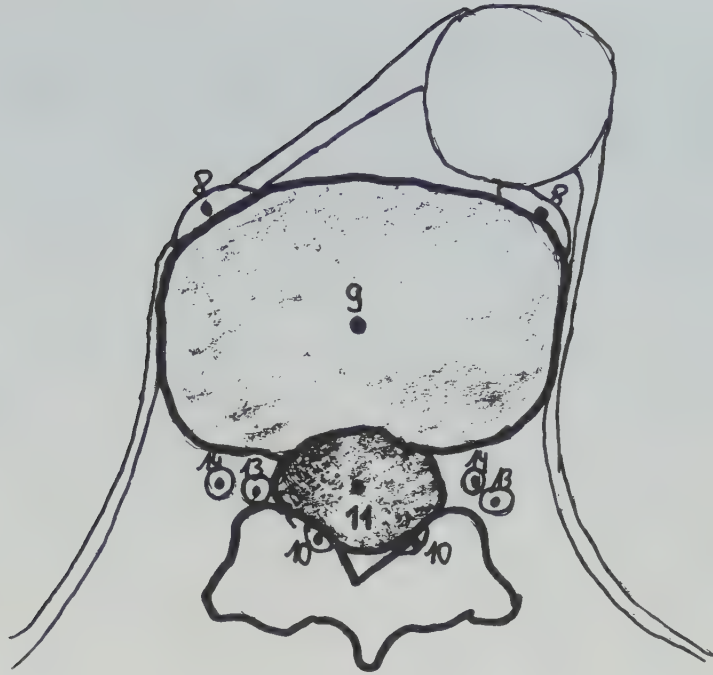


Abb. 1 d Schnitt durch den Intervertebralraum
(schematisch)

Zeichenerklärung zur Abbildung 1 a - d

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1 Wirbelkörper | 10 Ligamentum flavum |
| 2 Bogenwurzel | 11 Durasack |
| 3 oberer Gelenkfortsatz | 12 Vasa basisvertebralia |
| 4 unterer Gelenkfortsatz | 13 Nervenwurzel |
| 5 Intervertebralgelenk | 14 paravertebrale Venen |
| 6 Dornfortsatz | (Plexus venosus verte- |
| 7 Querfortsatz | bralis ext. einschließlich |
| 8 Spondylophyten | V. intervertebralis) |
| 9 Bandscheibe | |

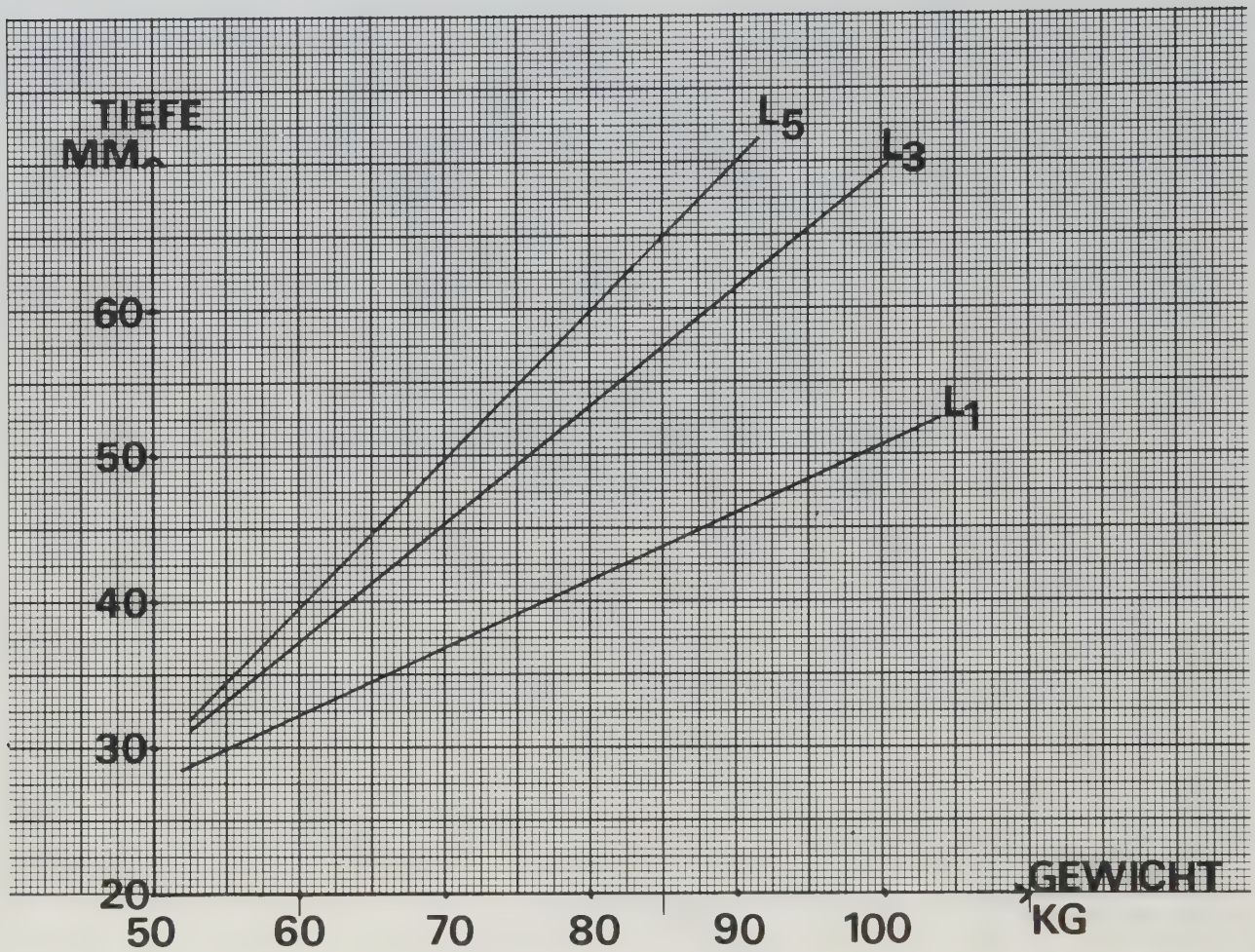


Abbildung 2: x-y Diagramm mit eingezeichneten Geraden männlicher Probanden.
x-Achse Gewicht in kg
y-Achse Abstand Ligamentum flavum zur Haut
a) in Höhe von LWK₁
b) in Höhe von LWK₃
c) in Höhe von LWK₅

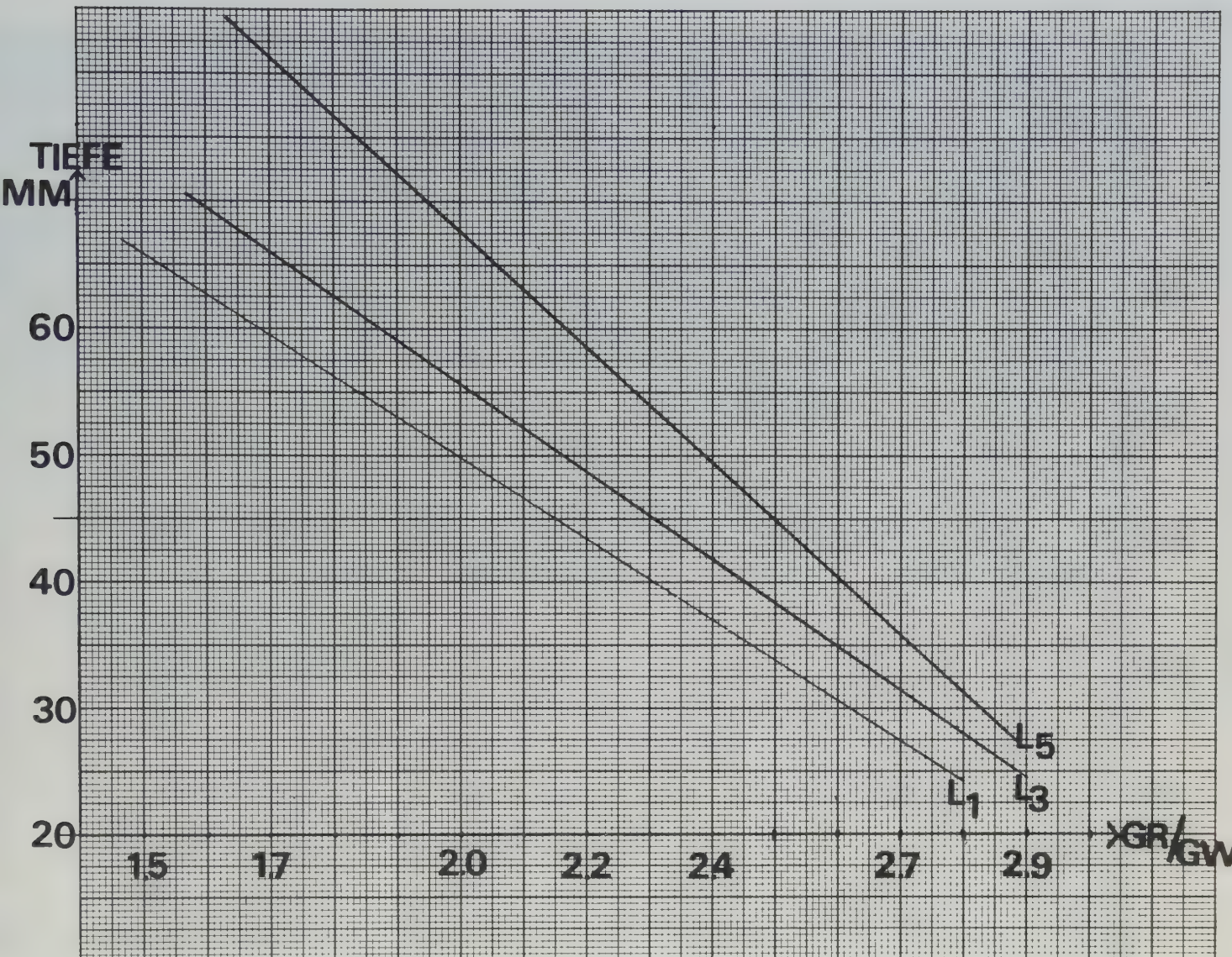


Abbildung 3: x - y - Diagramm Männer.

x - Achse Quotient Größe/Gewicht (GR/GW)

y - Achse Einstichtiefe in mm

L₁ in Höhe von LWK₁

L₃ in Höhe von LWK₃

L₅ in Höhe von LWK₅

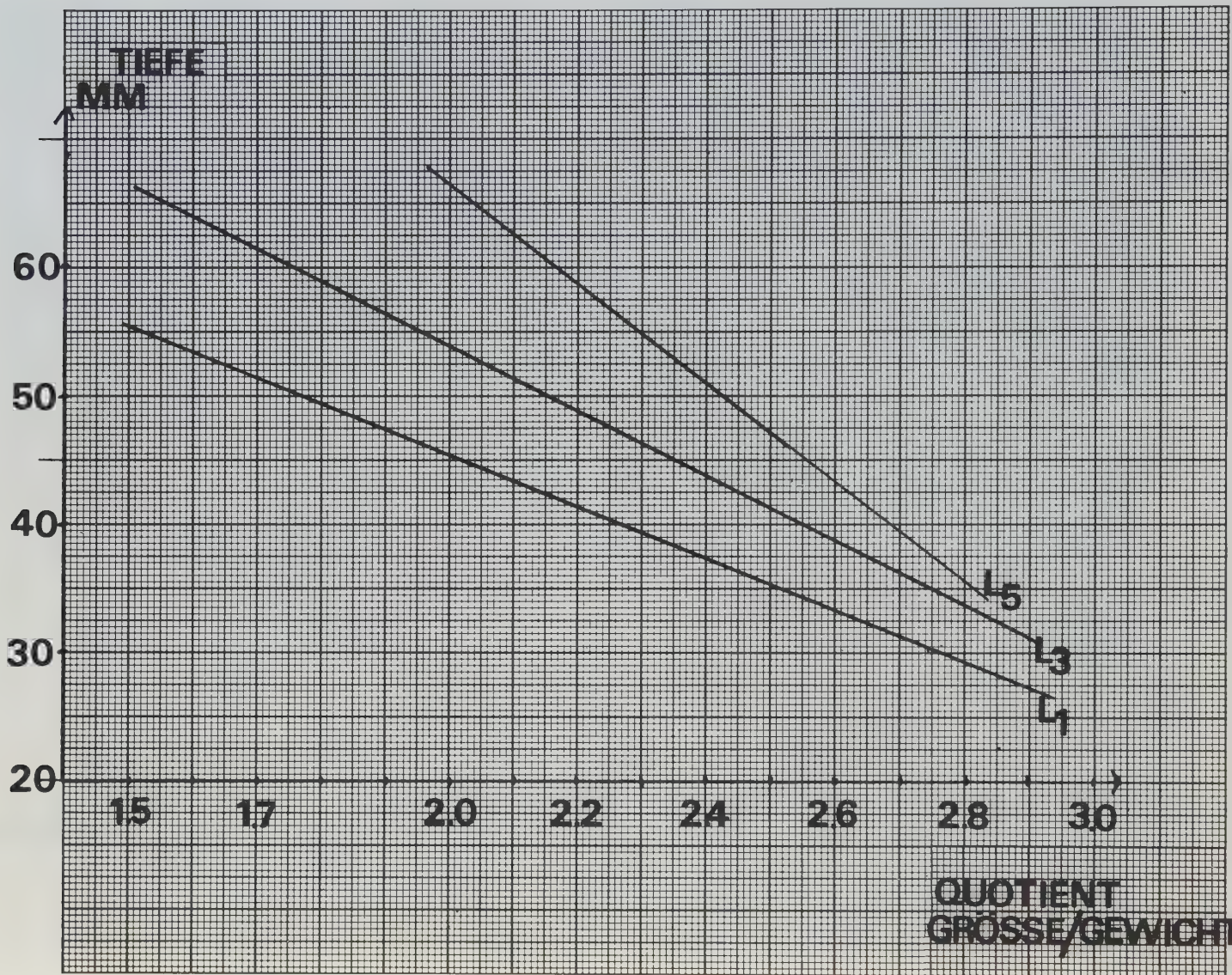


Abbildung 4: x-y Diagramm weibliches Patientengut.
x- Achse Quotient Körpergröße/Gewicht
y-Achse Einstichtiefe in mm

- a) in Höhe von LWK₁
- b) in Höhe von LWK₃
- c) in Höhe von LWK₅

Tab. 1

Pat.Nr.	Alter	Geschlecht	Größe (cm)	Gewicht (kg)	x in L ₁	x in L ₃	x in L ₅	y in L ₁	y in L ₃	y in L ₅
1	52	weibl.	164	59,5	281	265	308	224	190	190
2	64	weibl.	157	75	304	307	320	231	207	215
3	69	weibl.	159	73,4	308	326	322	231	219	218
4	58	weibl.	153	53,5	276	271	282	199	176	178
5	64	weibl.	156	58	282	281	203	199	174	168
6	47	weibl.	162	54,5	288	279	272	176	164	169
7	69	weibl.	163	67,5	290	311	338	257	235	215
8	47	weibl.	140	94,3	376	364	376	244	236	217
9	67	weibl.	165	60	294	271	311	238	196	208
10	73	männl.	175	70	311	290	296	233	207	207
11	75	weibl.	155	47,5	268	260	282	172	161	164
12	65	weibl.	164	79	317	328	348	254	207	231
13	59	männl.	172	73	332	321	325	232	203	182
14	64	männl.	168	76	324	315	303	253	218	204
15	77	männl.	169	80,5	332	346	338	271	247	233
16	55	weibl.	164	84	306	300	350	224	221	222
17	74	männl.	170	75	331	333	319	226	211	183
18	60	männl.	178	86	394	320	319	300	232	225
19	63	männl.	178	72,5	326	318	317	221	214	213
20	78	männl.	170	55	292	292	272	243	211	176
21	77	männl.	182	93	334	362	366	300	422	238
22	61	weibl.	166	67	301	307	324	238	214	206
23	70	männl.	174	87	363	395	395	271	266	260
24	47	männl.	178	65	299	301	290	253	250	250
25	41	weibl.	162,5	62,5	292	306	322	203	196	196
26	71	weibl.	156	62,4	314	315	372	222	213	217
27	71	weibl.	156	72,4	314	317	342	219	208	206
28	34	männl.	163	81	322	313	318	236	208	199
29	82	weibl.	154	54,5	276	268	289	217	197	199
30	71	weibl.	163	56,7	257	271	289	203	186	168
31	43	weibl.	163,5	62,5	265	256	301	189	164	189
32	54	männl.	168	68	303	304	311	233	213	204
33	42	männl.	162	85	366	340	344	246	256	253
34	33	weibl.	172	77	308	297	324	196	190	206
35	56	männl.	172	69	296	299	299	224	210	194
36	29	männl.	179	64	278	260	267	183	157	154
37	45	männl.	170	70	301	307	290	218	221	215
38	54	männl.	178	65	325	328	328	247	244	233
39	72	weibl.	168	65	290	286	293	207	203	192
40	77	weibl.	153	58,5	285	276	308	185	200	218
41	63	männl.	187	95	356	373	363	302	284	271
42	47	männl.	170	49	300	294	289	204	183	165
43	71	weibl.	172	60	282	286	311	201	213	247
44	78	weibl.	150	62,4	282	299	310	228	203	215
45	74	männl.	170	68,8	322	325	326	233	206	206
46	68	männl.	175	67	315	308	296	236	210	200
47	23	männl.	175	68	286	267	264	222	178	174
48	76	weibl.	160	80,7	335	351	400	267	246	232
49	72	männl.	175	59,6	288	289	290	207	169	151
50	55	weibl.	158	68	321	318	321	257	256	278
51	21	weibl.	167	75,6	307	317	395	229	219	218
52	67	weibl.	163	69,5	322	310	356	219	221	229
53	28	weibl.	162	53,6	278	250	283	181	149	153
54	69	weibl.	164	88	332	362	376	264	253	256

x = Querdurchmesser (mm) y = Längsdurchmesser (mm) jeweils in Höhe von LWK₁ LWK₃ LWK₅

Tab. 1 Fortsetzung

Pat.Nr.	Alter	Geschlecht	Größe(cm)	Gewicht(kg)	x in L ₁	x in L ₃	x in L ₅	y in L ₁	y in L ₃	y in L ₅
55	82	weibl.	178	64	288	265	313	225	210	201
56	87	weibl.	153	69,1	279	315	339	244	282	306
57	55	weibl.	157	110	348	392	444	316	325	328
58	64	weibl.	165	54	272	268	293	208	194	179
59	25	männl.	172	78	303	293	282	221	193	175
60	68	weibl.	152	50	258	250	282	197	186	183
61	31	männl.	177	93,1	376	352	347	261	229	213
62	79	männl.	172	87,5	318	324	316	265	226	205
63	44	männl.	179	83,5	331	338	348	265	247	217
64	31	männl.	159,5	50	285	268	281	174	160	172
65	36	männl.	179	74,9	315	308		329	228	
66	47	männl.	170	60	307	289		222	199	
67	62	weibl.	168	58	297	290	300	193	164	161
68	61	weibl.	158	63,8	303	288	318	211	188	190
69	61	weibl.	165	57	261	246	281	185	158	172
70	58	weibl.	164	50	272	261	278	186	175	185
71	35	weibl.	155	66,5	299	304	339	233	213	226
72	61	weibl.	158	44	251	231	264	171	139	151
73	45	männl.	162	65,7	294	293	294	224	203	193
74	52	männl.	161	62	299	292	313	192	176	182
75	70	männl.	178	76	329	329	319	250	223	224
76	61	männl.	178	79	306	313	315	263	233	218
77	44	männl.	167	67	327	327	300	225	210	201
78	52	weibl.	160	62	288	301	318	251	215	215

x = Querdurchmesser (mm) y = Längsdurchmesser (mm) jeweils in Höhe von LWK₁ LWK₃ LWK₅

Tab. 1 Kollektiv von 78 Patienten, Männliche und weibliche Probanden nicht selektiert. Neben den Angaben von Gewicht und Größe sind die computertomographisch ermittelten Werte Querdurchmesser (x in mm) und die Längsdurchmesser (y in mm) jeweils in Höhe von LWK₁ - LWK₃ und LWK₅ in der Tab. wiedergegeben.

Tabelle 2

Untersuchungs- merkmal	Anzahl der Personen	Mittelwert	Minimum	Maximum
Alter (Jahre)	78	58,1	21	87
Gewicht (kg)	78	68,85	44	110
Größe (cm)	78	165,22	150	187
Lig.flavum zur Hautoberfläche in L ₁ (mm)	78	37,5	26	54
Lig.flavum zur Hautoberfläche in L ₃ (mm)	78	43,4	25	57
Lig.flavum zur Hautoberfläche in L ₅ (mm)	76	53	37	80
Quotient Gewicht/Größe	78	2,49	1,48	3,28

Tabelle zeigt den Quotienten aus Gewicht/Größe, der zur Untersuchung und Beurteilung herangezogen wird.

Querdurchmesser/Längs- Abstand Lig.flavum zur
durchmesser in Höhe Hautoberfläche in Höhe

Pat.Nr.	Gew./Größe	L ₁	L ₃	L ₅	L ₁	L ₃	L ₅
1	2,76	1,25	1,39	1,62	32	46	43
2	2,09	1,31	1,43	1,49	39	57	56
3	2,17	1,33	1,48	1,47	38	38	40
4	2,95	1,39	1,54	1,58	35	42	51
5	2,69	1,42	1,61	1,83	33	30	48
6	2,97	1,64	1,70	1,61	26	43	44
7	2,41	1,13	1,32	1,57	50	56	74
8	1,48	1,54	1,54	1,73	47	55	78
9	2,75	1,24	1,38	1,60	54	45	65
10	2,50	1,33	1,40	1,43	40	41	47
11	3,26	1,56	1,61	1,72	31	32	46
12	2,08	1,25	1,58	1,51	49	43	67
13	2,36	1,43	1,58	1,78	43	43	55
14	2,21	1,28	1,44	1,49	38	40	54
15	2,10	1,22	1,40	1,45	37	44	64
16	1,95	1,37	1,36	1,58	43	51	59
17	2,27	1,46	1,58	1,74	29	33	44
18	2,07	1,31	1,38	1,42	47	52	65
19	2,46	1,48	1,49	1,49	33	40	45
20	3,09	1,20	1,38	1,54	30	37	48
21	1,96	1,11	0,86	1,54	40	53	59
22	2,48	1,26	1,43	1,57	42	57	80
23	2,00	1,32	1,49	1,56	41	50	73
24	2,74	1,18	1,20	1,16	38	44	46
25	2,60	1,44	1,56	1,64	30	30	52
26	2,50	1,43	1,52	1,66	40	51	64
27	2,15	1,43	1,52	1,66	40	51	64
28	2,07	1,36	1,50	1,60	52	57	62
29	2,83	1,27	1,36	1,45	35	41	58
30	2,87	1,27	1,46	1,72	29	46	45
31	2,62	1,40	1,56	1,59	29	51	76
32	2,47	1,30	1,43	1,52	29	34	42
33	2,14	1,49	1,33	1,36	45	54	62
34	2,23	1,57	1,56	1,57	38	37	70
35	2,49	1,32	1,42	1,54	32	41	48
36	2,80	1,49	1,65	1,73	33	46	43
37	2,43	1,38	1,39	1,35	30	47	48
38	2,74	1,32	1,34	1,40	27	41	44
39	2,58	1,40	1,40	1,53	29	46	46
40	2,62	1,54	1,38	1,41	43	56	51

Pat.-Nr.	Gew./Größe	Querdurchmesser/Längs- durchmesser in Höhe			Abstand Lig.flavum zur Hautoberfläche in Höhe		
		L ₁	L ₃	L ₅	L ₁	L ₃	L ₅
41	1,97	1,18	1,31	1,34	45	45	43
42	3,47	1,47	1,60	1,75	30	34	32
43	2,87	1,40	1,39	1,26	31	36	39
44	2,40	1,24	1,47	1,44	28	39	41
45	2,47	1,42	1,58	1,58	45	52	55
46	2,61	1,33	1,47	1,48	34	50	53
47	2,57	1,29	1,50	1,52	32	32	43
48	1,98	1,25	1,43	1,72	39	44	61
49	2,94	1,39	1,71	1,92	33	38	41
50	2,32	1,25	1,24	1,15	44	45	57
51	2,21	1,34	1,45	1,81	45	55	72
52	2,35	1,47	1,40	1,55	39	52	61
53	3,02	1,54	1,68	1,85	31	37	44
54	1,86	1,26	1,43	1,47	46	54	57
55	2,78	1,28	1,26	1,56	38	52	50
56	2,21	1,14	1,12	1,11	31	49	59
57	1,42	1,10	1,11	1,32	39	42	56
58	3,06	1,31	1,38	1,64	29	31	44
59	2,21	1,37	1,52	1,61	35	40	48
60	3,04	1,31	1,34	1,54	40	41	39
61	1,90	1,44	1,54	1,63	54	53	63
62	1,97	1,28	1,43	1,49	49	55	63
63	2,14	1,25	1,37	1,60	38	53	53
64	3,19	1,64	1,68	1,63	29	26	41
65	2,39	0,76	0,74	--	37	34	--
66	2,83	1,38	1,45	--	32	39	--
67	2,90	1,54	1,77	1,86	36	35	37
68	2,48	1,44	1,53	1,67	41	49	52
69	2,89	1,41	1,56	1,63	36	43	48
70	3,28	1,46	1,49	1,50	33	25	39
71	2,33	1,28	1,43	1,50	44	47	58
72	3,59	1,47	1,66	1,75	28	33	47
73	2,47	1,31	1,44	1,52	37	33	51
74	2,59	1,56	1,66	1,72	43	33	40
75	2,34	1,32	1,48	1,42	48	41	58
76	2,25	1,16	1,34	1,44	42	50	56
77	2,49	1,45	1,56	1,48	36	38	44
78	2,58	1,15	1,40	1,48	33	50	54

Tab. 3 zeigt jeweils den Quotienten Größe/Gewicht sowie die einzelnen Quer- und Längsdurchmesser der Patienten in Höhe von L₁ - L₃ und L₅ sowie zusätzlich den Abstand des Lig. flavum zur Hautoberfläche in der jeweiligen Höhe

Tabelle 4 Statistische Kennwerte für die Merkmale Alter, Größe und Gewicht getrennt nach dem Geschlecht.

Geschlecht	Untersuchungs- merkmal	Anzahl der Personen	Mittel- wert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
männlich	Alter	36	54,7	16,6	23	79
	Größe	36	173,28	6,01	160	187
	Gewicht	36	72,75	11,53	49	95
weiblich	Alter	42	61,1	14,8	21	87
	Größe	42	160,74	6,71	140	178
	Gewicht	42	65,50	13,01	44	110

Tabelle 5: Statistische Kennwerte für die Merkmale Querdurchmesser in mm (x) und Längsdurchmesser in mm (y) für die männlichen Patienten, jeweils von LWK_{1,3,5}

Untersuchungs- merkmal	Anzahl der Personen	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
x ₁	36	319,06	26,57	278	394
x ₃	36	314,61	28,91	260	395
x ₅	36	312,94	29,36	264	395
y ₁	36	238,75	29,75	174	302
y ₃	36	220,75	44,65	157	422
y ₅	36	205,59	29,37	151	271

Tabelle 6 : Statistische Kennwerte für die Merkmale L_{1,3,5} (Abstand Lig. flavum zur Hautoberfläche) sowie xy_{1,3,5} (Quotient Querdurchmesser/Längsdurchmesser) jeweils in Höhe von LWK_{1,3,5} und Größe/Gewicht (Quotient Körpergröße/Körpergewicht) für die männlichen Patienten.

Untersuchungs- merkmal	Anzahl der Personen	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
L ₁	36	37,36	7,08	27	54
L ₃	36	42,97	7,31	26	57
L ₅	36	50,97	9,18	32	73
xy ₁	36	1.3472	0.11767	1.113	1.638
xy ₃	36	1.4518	0.15256	0.858	1.710
xy ₅	36	1.5380	0.14911	1.160	1.921
Größe/Gewicht	36	2,44	0,37	2	3

Tabelle 7 : Statistische Kennwerte für die Merkmale Querdurchmesser in mm (x) und Längsdurchmesser in mm (y), jeweils in Höhe von LWK_{1,3,5} für die weiblichen Patienten.

Untersuchungs-Merkmal	Anzahl der Personen	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum
x ₁	42	294,45	25,43	251	376
x ₃	42	294,67	34,07	231	392
x ₅	42	321,48	38,30	264	444
y ₁	42	218,90	30,19	171	316
y ₃	42	203,95	35,36	139	325
y ₅	42	207,55	37,07	151	328

Tabelle 8: Statistische Kennwerte für die Merkmale L_{1,3,5} (Abstand Lig. flavum zur Hautoberfläche) sowie xy_{1,3,5} (Quotient Querdurchmesser/Längsdurchmesser) jeweils in Höhe von LWK_{1,3,5} und Größe/Gewicht (Quotient Körpergröße/Körpergewicht) für die Patientinnen.

Untersuchungs-merkmal	Anzahl der Personen	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum
L ₁	42	37,21	6,34	26	54
L ₃	42	44,60	8,46	25	57
L ₅	42	54,57	11,60	37	80
xy ₁	42	1,3586	0,13083	1,101	1,636
xy ₃	42	1,4618	0,13371	1,117	1,768
xy ₅	42	1,5701	0,16514	1,103	1,863
Größe/Gewicht	42	2,54	0,46	1	4

Tabelle 9: Auflistung der Werte des multiplen R^2 für die Merkmale $L_{1,3}$ und L_5 mit Körpergröße, Körpergewicht, Quotient Größe/Gewicht und Produkt Größe/Gewicht, jeweils getrennt für weibliche und männliche Patienten.

Männlich

Abstand Lig.flav. z. Haut	Körper- größe	Körper- gewicht	Größe/ Gewicht	Größe x Gewicht
L_1	0,061	0,461	0,441	0,418
L_3	0,244	0,505	0,426	0,508
L_5	0,046	0,523	0,552	0,450

Weiblich

Abstand Lig.flav. z. Haut	Körper- größe	Körper- gewicht	Größe/ Gewicht	Größe x Gewicht
L_1	0,005	0,252	0,293	0,238
L_3	0,006	0,198	0,291	0,183
L_5	0,005	0,263	0,316	0,244

Tabelle 10: Auflistung der Werte des "multiplen R^2 " für die Merkmale Abstand Ligamentum flavum zur Hautoberfläche in Höhe von LWK 1,3,5 mit dem Querdurchmesser (x), Längsdurchmesser (y), Quotient Querdurchmesser/Längsdurchmesser (x/y) sowie Produkt Querdurchmesser x Längsdurchmesser für männliche und weibliche Probanden getrennt.

Männlich

	x_1	y_1	x/y_1	$x \text{ mal } y$
LWK ₁	0,363	0,254	0,026	0,341
	x_3	y_3	x/y_3	$x \text{ mal } y$
LWK ₃	0,318	0,244	0,138	0,282
	x_5	y_5	x/y_5	$x \text{ mal } y_5$
LWK ₅	0,375	0,279	0,064	0,354

Weiblich

	x_1	y_1	x/y_1	$x \text{ mal } y_1$
LWK ₁	0,338	0,295	0,072	0,347
	x_3	y_3	x/y_3	$x \text{ mal } y_3$
LWK ₃	0,137	0,160	0,113	0,138
	x_5	y_5	x/y_5	$x \text{ mal } y_5$
LWK ₅	0,295	0,112	0,000	0,172

Variable	LWK ₁	LWK ₃	LWK ₅
Gewicht	0,451	0,627	0,572
Größe	0,473	0,545	0,555
Größe/Gewicht	0,481	0,643	0,552
Größe.Gewicht	0,418	0,508	0,450

Tabelle 11 a): Ergebnisse der Regressionsanalyse (multiples R^2) für Männer mit den Kriteriumsvariablen Gewicht, Größe, Quotient Größe/Gewicht und dem Produkt Größe . Gewicht

Variable	LWK ₁	LWK ₃	LWK ₅
Gewicht	0,304	0,351	0,323
Größe	0,296	0,384	0,335
Größe/Gewicht	0,293	0,291	0,316
Größe.Gewicht	0,238	0,183	0,244

Tabelle 11 b): Ergebnisse der Regressionsanalyse (multiples R^2) für Frauen mit den Kriteriumsvariablen Gewicht, Größe, Quotient Größe/Gewicht und dem Produkt Größe . Gewicht

Lebenslauf:

geboren am 20.7.1946 in Limburg an der Lahn,
1953 - 1957 Volksschulbesuch in Zell an der Mosel,
1957 - 1967 Besuch des Staatl. Neusprachlichen Gymnasiums
in Boppard am Rhein,
1967 Abitur,
1967 - 1973 Studium der Medizin FU Berlin,
1973 Staatsexamen an der FU Berlin,
1974 Approbation als Arzt,
1974 - 1979 Assistent in der Radiologie,
1979 Arzt für Radiologie und Strahlentherapie,
1979 - 1980 Oberarzt in Lünen,
Seit 1980 Oberarzt im Röntgen- und Strahleninstitut,
Klinikum Minden.

Danksagung

Dank gilt dem Institut für Datenanalyse und Versuchsplanung in München und dessen Leiter Herrn Dr. Volker W. Rahlfs für seinen persönlichen Einsatz bei den sehr umfangreichen statistischen Berechnungen.

Mein besonderer Dank aber gilt Herrn Prof. Dr. Nolte, Institut für Anaesthesiologie Klinikum Minden, der durch Vergabe des Themas diese Arbeit erst ermöglichte. Trotz der Größe des Institutes und der damit verbundenen Arbeit fand Herr Prof. Nolte immer Zeit zu Rücksprachen und sein persönlicher Einsatz ermöglichte auch erst die statistischen Berechnungen.

Dank gilt auch Herrn Chefarzt Dr. W. Milatz, Röntgen- und Strahleninstitut Klinikum Minden, für die zur Verfügung gestellte Zeit am CT.

